

## FABRICATION METHOD OF OPTICALLY TRANSPARENT SUBSTRATE AND FABRICATION METHOD OF LIGHT EMITTING SEMICONDUCTOR CHIP

Publication number: JP2001244499

Also published as:

Publication date: 2001-09-07

US6607931 (B2)

Inventor: STREUBEL KLAUS

US2001024837 (A1)

Applicant: OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH

DE10008583 (A1)

Classification:

- international: H01L21/20; H01L33/00; H01L21/02; H01L33/00; (IPC1-7): H01L33/00

- European: H01L21/20B2; H01L33/00G3D

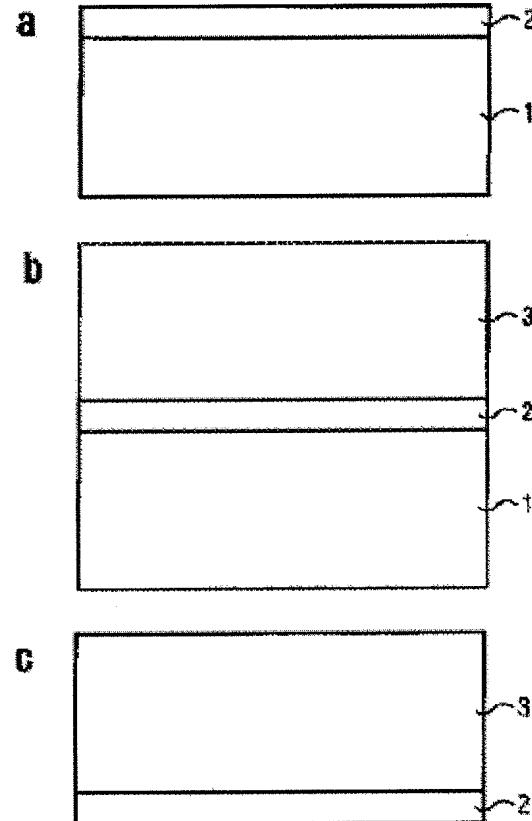
Application number: JP20010045638 20010221

Priority number(s): DE20001008583 20000224

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP2001244499

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fabrication method of an optically transparent substrate on which a semiconductor structure can be built up by epitaxial growth. SOLUTION: This fabrication method of an optically transparent substrate is such that a substrate layer (2) is built up on a substrate (1), which is subjected to lattice-matching, by epitaxial method, an optically transparent layer (3) is bonded to the substrate layer (2) on the side opposite to the substrate (1) by wafer bonding and then the lattice-matched substrate (1) is removed from the bonded unit of the substrate layer (2) and the transparent layer (3).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-244499  
(P2001-244499A)

(43)公開日 平成13年9月7日(2001.9.7)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 L 33/00

識別記号

F I  
H 0 1 L 33/00

テマコード(参考)  
A

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全5頁)

(21)出願番号 特願2001-45638(P2001-45638)  
(22)出願日 平成13年2月21日(2001.2.21)  
(31)優先権主張番号 1 0 0 0 8 5 8 3 . 0  
(32)優先日 平成12年2月24日(2000.2.24)  
(33)優先権主張国 ドイツ(DE)

(71)出願人 599133716  
オスラム オプト セミコンダクターズ  
ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテ  
ル ハフツング ウント コンパニー オ  
ッフェネ ハンデルスゲゼルシャフト  
ドイツ連邦共和国 レーゲンスブルク ヴ  
エルナーヴェルクシュトラーゼ 2  
(72)発明者 クラウス シュトロイベル  
ドイツ連邦共和国 ラーバー エアレンシ  
ュトラーゼ 7  
(74)代理人 100061815  
弁理士 矢野 敏雄 (外4名)

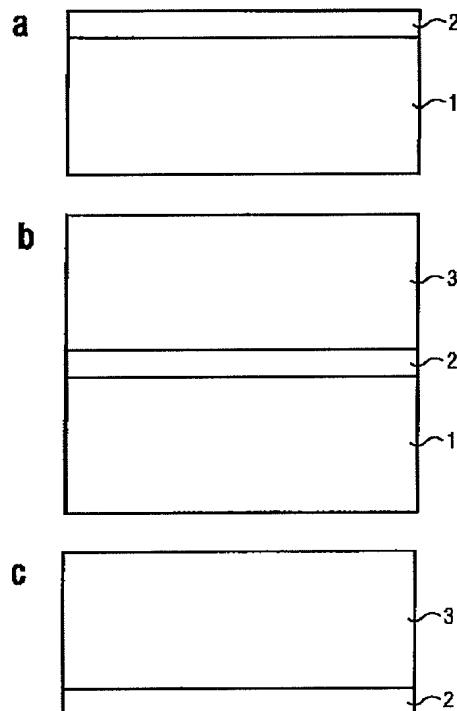
(54)【発明の名称】光学的に透明な基板を製作する方法及び発光半導体チップを製作する方法

(57)【要約】

【課題】 その上に半導体構造をエピタクシー成長させ得るような光学的に透明な基板を製作する方法を提示する。

【解決手段】 光学的に透明な基板を製作する方法である。格子適合せしめられた基板(1)上に基板層(2)をエピタクシー成長させる。基板層(2)を、格子適合せしめられた基板(1)とは逆の側で、光学的に透明な層(3)と、ウェーハボンディングによって結合する。

次いで格子適合せしめられた基板(1)を、基板層(2)と透明な層(3)との結合体から除去する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学的に透明な基板を製作する方法であって、格子適合せしめられた基板（1）上に基板層（2）をエピタクシー成長させる形式のものにおいて、基板層（2）を、格子適合せしめられた基板（1）とは逆の側で、光学的に透明な層（3）と、ウェーハボンディングによって結合し、格子適合せしめられた基板（1）を、基板層（2）と透明な層（3）との結合体から除去することを特徴とする、光学的に透明な基板を製作する方法。

【請求項2】 基板層（2）も光学的に透明であることを特徴とする、請求項1記載の方法。

【請求項3】 光学的に透明な基板を有する発光半導体チップを製作する方法であって、格子適合せしめられた基板（1）上に基板層（2）をエピタクシー成長させる形式のものにおいて、基板層（2）を、格子適合せしめられた基板（1）とは逆の側で、光学的に透明な層

（3）と、ウェーハボンディングによって結合し、格子適合せしめられた基板（1）を、基板層（2）と透明な層（3）との結合体から除去し、基板層（2）上に発光半導体構造（4）をエピタクシー成長させることを特徴とする、光学的に透明な基板を有する発光半導体チップを製作する方法。

【請求項4】 基板層（2）も光学的に透明であることを特徴とする、請求項3記載の方法。

【請求項5】 （AlGa）InP又はAlGaAsをベースとする能動発光ダイオード構造を有する発光ダイオードチップを製作し、その際格子適合せしめられた基板（1）としてGaAs基板を使用し、基板層（2）としてエピタクシー成長せしめられた（AlGa）InP層あるいはAlGaAs層を使用し、かつ透明な基板

（3）としてGaP基板を使用し、かつ格子適合せしめられた基板（1）を除去した後に、能動発光ダイオード構造（4）を基板層（2）上にエピタクシー成長させることを特徴とする、請求項3又は4記載の方法。

【請求項6】 能動発光ダイオード構造（4）上に導電性で光学的に透明な窓層（9）をエピタクシーで取り付けることを特徴とする、請求項5記載の方法。

【請求項7】 能動発光ダイオード構造（4）上に導電性で光学的に透明な窓層（9）をウェーハボンディングによって取り付けることを特徴とする、請求項6記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光学的に透明な基板を製作する方法及び光学的に透明な基板を有する発光半導体チップを製作する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 透明な基板を準備することは、LED (Light Emitting Diode) チップのために特に重要であ

る。それはLEDチップの光を生ぜしめる構造は一般にすべての空間方向に、したがって基板に向かっても光を発するからである。したがって、可及的に高い光効率を達成するためには、基板に向かって発せられる光もチップから出すことが望ましい。

【0003】 このことに対しては、特に（AlGa）InP又はAlGaAsをベースとする発光LED構造を有するLEDチップの場合に、これらの材料系のために安価な技術的経費で製作可能な現在唯一の格子適合せしめられた基板一大体においてGaAs基板が当該のLED構造により生ぜしめられる波長に対して光学的に吸収性であるという問題がある。GaAsの帯域ギャップはLED構造の放出エネルギーよりも小さい。

【0004】 したがって、GaAs基板が仕上がったLEDチップ内に残っていると、LED構造から放出される光線の大部分（50%まで）が基板内における吸収によって、既にチップ内で失われてしまう。

【0005】 この問題を迂回する1つの可能性はUS 5,376,580から公知である。ここに記載されている方法においては、AlGaInP又はAlGaAsをベースとする発光LED構造を有するLEDチップを製作するために、まずAlGaInP若しくはAlGaAsのLED構造を、GaAs成長基板上でエピタクシー成長させる。

【0006】 次いでLED構造が吸収性のGaAs基板から切断されて、ウェーハボンディングによって、良好に導電性で当該の光線に対して光学的に透明である基板、例えばGaP基板、と結合される。

【0007】 吸収性のGaAs基板を除去することは、ウェーハボンディングの前又は後に行われ、その際ウェーハボンディングの後の除去は、吸収性のGaAs基板を除去する場合あるいはウェーハボンディングする場合のLED構造の損傷の危険に関して、ウェーハボンディングの前の除去よりも利点を有している。

【0008】 しかしこの公知の方法においては、その電気的及び光学的特性が周知のように結晶品質によって著しく左右されるエピタクシー成長せしめられたLED構造は、吸収性のGaAs基板を除去する際に、機械的な（例えば研削、研磨など）及び又は化学的な（例えばエッティング）方法段階により、損傷せしめられることがある。

【0009】 透明な基板を自由に使用し得ることは、単に前述の材料系の場合だけなしに、GaN及びInGaNのような別の材料系の発光半導体チップの場合にも、重要である。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の課題は、その上に半導体構造をエピタクシー成長させ得るような光学的に透明な基板を製作する方法を提示することである。

【0011】 この結果、エピタクシー成長せしめられた

半導体構造を機械的及び又は化学的な負荷に対して充分に保護することができる。

【0012】更に、光学的に透明な基板を有する発光半導体チップを製作する方法を提示する。

### 【0013】

【課題を解決するための手段】前者の課題は請求項1に記載した方法によって解決される。請求項1に記載した方法は次の方法段階を有している：

- a) 基板層のエピタクシー成長のためのパラメータに関して最適化されていて、かつ例えば光学的に吸収性かつ又は電気的に絶縁性である格子適合せしめられた基板上に基板層をエピタクシー成長させること、
- b) あらかじめ製作された光学的に透明な層を、基板層の、格子適合せしめられた基板とは逆の側に、ウェーハボンディングによって取り付けること、及び
- c) 格子適合せしめられた基板を基板層と光学的に透明な層とから成る結合体から除去すること。

【0014】この方法の有利な実施形態は請求項2に記載されている。

【0015】この方法によれば、一面では基板層が半導体構造のエピタクシー成長を可能にし、かつ他面では透明な層の材料がまず第1に基板の所定の使用目的に最適化せしめられた光学的な透明性に構成されている基板を製作することができる。

【0016】ボンディングされた光学的に透明な層の材料の格子定数はそれ故重要ではない。典型的に透明な層よりも著しく薄く、したがって透明性及び導電性に関して単にわずかにしか重要でない基板層だけが、例えば発光性の層列のエピタクシー成長のための「基板」として役立ち、したがってこの層列に格子適合せしめられていなければならない。

【0017】有利には基板層は既に、例えば設けられる発光半導体構造から発する光線に対して光学的に透明である材料から成っている。これによって基板内での吸収による光損失は有利な形式で更に減少せしめられる。

【0018】光学的に吸収性の格子適合せしめられた基板の除去は、機械的な研削、ラップ仕上げ、選択的な湿化学的なエッティング、反応性のイオンエッティングあるいはこれらの方法の組み合わせのような、これに関する公知の方法を適用することができる（これに関しては例えばUS 5,376,580を参照）。格子適合せしめられた基板を破損せずに除去し（これにより基板を再使用することが可能になる）、本発明による方法においても適用可能である方法は、例えばUS 5,877,070に記載されている。

【0019】基板層を光学的に透明な基板と結合するための適当な方法に関しては、例えばやはり従来技術から公知のいわゆるウェーハボンディングのための方法を適用することができる。種々の適当な方法は例えばやはりUS 5,376,580に記載されている。

【0020】この方法は、能動的な発光ダイオード構造を有している発光ダイオードチップの製作に特に適しており、能動的な発光ダイオード構造のためには、光学的に透明な格子適合せしめられた基板材料がなく、あるいは格子適合せしめられた透明な基板を安価な技術的経費で製作することができない。

【0021】後者の課題は請求項3に記載した方法によって解決される。この場合、前者の方法により制作された透明な基板上に発光半導体構造をエピタクシーに成長させる。

【0022】有利な実施形態は請求項4～7に記載されている。

【0023】この方法は特に好ましくは、(A1Ga)<sub>n</sub>PあるいはAlGaAsをベースとするLED構造を有する発光半導体チップを製作するのに使用され、このLED構造においては最初に述べた問題が特に大きい。しおかしながら、基板特性がチップの機能特性にとって重要である別の発光半導体チップを製作するためにも使用することができる。

### 【0024】

【発明の実施の形態】以下においては本発明を図面に示した2つの実施例によって詳細に説明する。

【0025】図1のa～cに示した方法では、まず例えば有機金属のガス層エピタクシー(MOVPE = Metal Organic Vapour Phase Epitaxy)によって、格子適合せしめられたGaAsから成る基板1上に基板層2がエピタクシー成長せしめられる（図1のa）。

【0026】基板層2はn又はpにドーピングされた(A1Ga)<sub>n</sub>P、AlGaAsあるいはGaAsから成っている。

【0027】基板層2は次いで、格子適合せしめられた基板1とは逆の側において、ウェーハボンディングによって、導電性で光学的に透明なウェーハ3と結合される（図1のb）。導電性で光学的に透明なウェーハ3は例えばGaNあるいはSiCから成っている。これら両方の組成は例えば(A1Ga)<sub>n</sub>PあるいはAlGaAsをベースとするLED構造から発せられる波長に対する透明な基板材料として適している。

【0028】ウェーハボンディングによってウェーハ結合体を製作するためには、公知のウェーハボンディング法を適用することができる。このような適当な方法は例えばUS 5,376,580に詳細に記載されている。

【0029】ウェーハボンディングの後に、格子適合せしめられた基板1が基板層2と透明なウェーハ3とから成る結合体から除去される（図1のc）。このことは例えば機械的な研削及びラップ仕上げ及び又は選択的な湿化学的なエッティングによって行われる。同様にこのためにスマートカット(smart-cut)プロセスも適しており、この場合格子適合せしめられた基板内に、水素注入及びそれに続く加熱によって、基板と基板層と間の境界

面に対してほぼ平行な、水素で満たされたマイクロ亀裂が生ぜしめられ、次いでこのマイクロ亀裂に沿って格子適合せしめられた基板を残りのウェーハ結合体から解離することができる。この方法の特別な利点は、格子適合せしめられた基板が解離の際に破壊されず、したがって再使用可能であることである。

【0030】格子適合せしめられた基板1の除去の後に残されている透明なウェーハ3と基板層2とから成る結合体は次いで、半導体構造例えはLED構造のエピタクシー成長のための基板として役立つ。

【0031】図2のa及びbに示した方法においては、エピタクシー成長せしめられた半導体構造として(A1Ga)InPあるいはAlGaAsをベースとする能動的なLED構造を有しているLEDチップが製作される。

【0032】このために、例えばMOVPEによって、図1のa～cに示した方法で制作された透明の基板のn又はpにドーピングされた(A1Ga)InPあるいはAlGaAsの基板層2上に、n若しくはpにドーピングされたバンパ層5が、かつこのダンパ層上にn若しくはpにドーピングされたバリア層6が成長せしめられる。バンパ層5もまた下方のバリア層6も大体において(A1Ga)InP若しくはAlGaAsから成っている。

【0033】基板層2の品質が充分に良好である場合には、バンパ層5を省略することもできる。

【0034】下方のバリア層6上には、その中で運転中放出再結合が行われるところの能動層7がエピタクシー成長せしめられる。この能動層はやはり大体において(A1Ga)InP若しくはAlGaAsから成っている。

【0035】最後に能動層7上に、p若しくはnにドーピングされた上方のバリア層8がエピタクシー成長せしめられ、このバリア層はLED構造4を完成させ、かつ他方のバリア層のように、大体において(A1Ga)InP若しくはAlGaAsから成っている。

【0036】選択的に、LED構造の面全体にわたる電流の広がりを改善するため及びチップからの光の放出を改善するために、能動LED構造上に窓層9(図2のbにおいて破線で示されている)を取り付けることができ

る。このような窓層は例えばUS 5,008,718に記載されている。この点で、導電性で光学的に透明な窓層9をウェーハボンディングによって取り付けることも考えられる。

【0037】最後に上方のバリア層8あるいは場合により窓層9上及び透明な基板3上に、例えば金属層の形の電気的な接点10及び11が生ぜしめられる(図2のb)。(A1Ga)InP層又はAlGaAs層上の接点10のためには、例えば金・亜鉛合金が適しており、透明なGaP基板3における接点11のためには金・ゲルマニウム合金が適している。接点10, 11は従来の蒸着プロセスによって分離することができる。

【0038】典型的には、接点金属化を含む上述のLED層列はウェーハ結合体内で処理され、次いで個々のLEDチップに分断される。次いでこれらのLEDチップは使用目的に応じて種々のLEDケーシング内に取り付けられて、所望のLED構造エレメントに加工される。

【0039】もちろん上述の実施例による本発明の説明は、本発明を引き合いに出した材料系に限定することを意味するものではない。むしろ本発明による方法は、仕上がった構造エレメントのために最適な電気的及び又は光学的特性を有している格子適合せしめられた基板がないすべての場合に適している。例えば(A1Ga)InPをベースとするLEDの場合、「ボンディング」されたSiC基板を使用することができ、またInGaNをベースとするLEDの場合、「ボンディング」されたGaN基板を使用することができる。同様に、導電性で透明な酸化物から成るウェーハを透明なウェーハとして基板層上にボンディングすることも考えられる。

#### 【図面の簡単な説明】

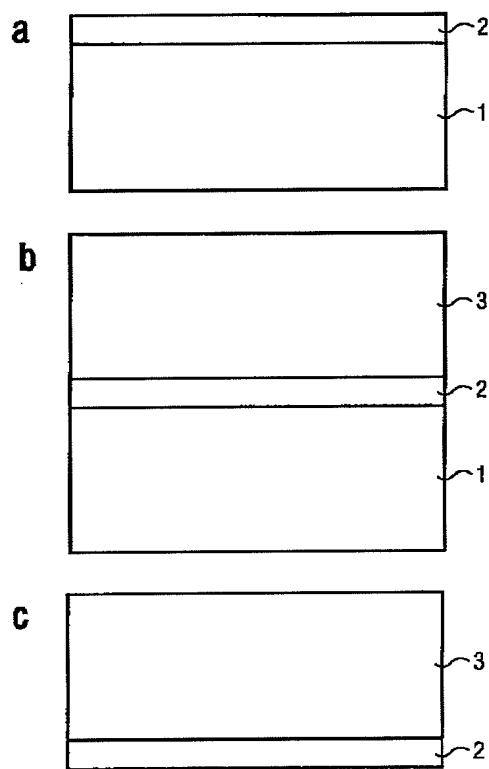
【図1】a、b及びcは透明の基板を製作するための方法段階を概略的に示す。

【図2】a及びbはLEDチップを製作するための方法段階を概略的に示す。

#### 【符号の説明】

- |       |         |         |          |         |            |        |            |       |        |       |
|-------|---------|---------|----------|---------|------------|--------|------------|-------|--------|-------|
| 1 基板、 | 2 サブ基板、 | 3 ウェーハ、 | 4 LED構造、 | 5 バンパ層、 | 6 下方のバリア層、 | 7 能動層、 | 8 上方のバリア層、 | 9 窓層、 | 10 接点、 | 11 接点 |
|-------|---------|---------|----------|---------|------------|--------|------------|-------|--------|-------|

【図1】



【図2】

